

Rec'd PCT/STO 09 DEC 2004
PCT/US 03/19712

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 29 JUL 2003

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月24日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-183277

[ST.10/C]:

[JP2002-183277]

出 願 人

Applicant(s):

スリーエム イノベイティブ プロパティズ カンパニー

BEST AVAILABLE COPY

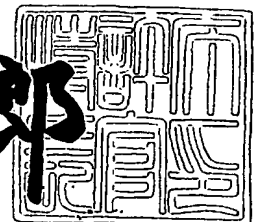
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 4月15日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3027074

【書類名】 特許願

【整理番号】 1023986

【提出日】 平成14年 6月24日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 C09J 7/02
H01L 21/301
H01L 23/00

【発明の名称】 フィルム接着剤、半導体装置及びその製造方法

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県相模原市南橋本 3 - 8 - 8 住友スリーエム株式会社内

【氏名】 川手 恒一郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県相模原市南橋本 3 - 8 - 8 住友スリーエム株式会社内

【氏名】 榊原 誠

【特許出願人】

【識別番号】 599056437

【氏名又は名称】 スリーエム イノベイティブ プロパティズ カンパニー

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100087871

【弁理士】

【氏名又は名称】 福本 積

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【選任した代理人】

【識別番号】 100081330

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 外治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9906846

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フィルム接着剤、半導体装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 カプロラクトン変性のエポキシ樹脂を含む熱硬化性接着剤層と、

延伸時に 10%以上の伸び率を示す、延伸可能なバックングフィルムと、
を備えることを特徴とするフィルム接着剤。

【請求項 2】 少なくとも 1 個の半導体素子を表面に搭載した基板を含む半導体装置であって、

前記半導体素子が、カプロラクトン変性のエポキシ樹脂を含む熱硬化性接着剤層を介して前記基板の表面に固定されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】 少なくとも 1 個の半導体素子を表面に搭載した基板を含む半導体装置を製造する方法において、

前記半導体素子の複数個が作り込まれている半導体ウエハの片面に、カプロラクトン変性のエポキシ樹脂を含む熱硬化性接着剤層と、延伸時に 10%以上の伸び率を示す、延伸可能なバックングフィルムとを備えるフィルム接着剤を積層し、

前記半導体ウエハにおいて、前記フィルム接着剤をそれに積層した状態を維持したまま、前記半導体素子を個々に分離し、

前記フィルム接着剤のバックングフィルムを所定の長さまで延伸した後、前記半導体素子をそれに前記熱硬化性接着剤層が付着した状態のまま前記バックングフィルムから剥離し、そして

前記半導体素子を前記熱硬化性接着剤層を介して前記基板の表面に固定すること

を特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はフィルム接着剤、すなわち、フィルムの形態をもった接着剤に関し、

特に、半導体装置の製造プロセスにおけるダイシングやダイボンディングに使用可能なフィルム接着剤に関する。本発明はまた、このようなフィルム接着剤を使用した半導体装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

集積回路（IC）、大規模集積回路（LSI）及びその他の半導体装置は、周知のように、種々のプロセスを経て製造されている。半導体装置の製造プロセスの一部を述べると、シリコン等の半導体ウエハに、リソグラフィ技術やエッチング技術等によりIC、LSI等を作り込んだ後、その半導体ウエハを所望のサイズに裁断する。この裁断工程は、ダイシングと呼ばれるものであり、集積回路等をもった半導体素子（以下、「半導体チップ」又は単に「チップ」とも言う。）の多数個が一括して得られる。

【0003】

一般に、ダイシングにおいては、粘着性ポリマーを含む粘着テープ（特に、「ダイシングテープ」と呼ばれることもある。）によってシリコンウエハ等の半導体ウエハを固定する。ダイシングの際に個々に分離された半導体チップをバラバラにしないためである。ダイシングテープは、したがって、半導体チップを安定に保持するのに十分な粘着力又は接着力を有することが必要である。

【0004】

他方で、ダイシング後は、使用済みのダイシングテープが低下せしめられた粘着力又は接着力を示すことが求められている。かかる粘着力の低下により、チップをダイシングテープから剥離することができれば、後段のパッケージング工程で、ピックアップロッドを用いて当該チップを容易に取り出してパッケージに組み込むことができるからである。

【0005】

例えば、ダイシングテープとして使用される粘着テープの粘着性ポリマーは、加熱又は紫外線のようなエネルギー線の照射により3次元的に高度に架橋すれば、その粘着力を低下させることができ、上記のような要求を満たすことができる。特に、特表昭56-500889号公報に開示されているように、粘着剤組成物

がエポキシ基をもった接着剤ポリマーとオニウム塩系化合物等のイオン光開始剤とを含む場合、当初は被着体と強固に接着しているけれども、光照射により、接着力を低下させ容易に被着体から剥離できるようになる。上述のイオン光開始剤が粘着性ポリマーのエポキシ基のイオンの開環重合反応を促進して、粘着性ポリマーの効果的な3次元架橋を図ることができるからである。

【0006】

また、粘着テープが加熱膨張性を備えることにより、被着体との接着面積を減らし、被着体から剥離可能となることも知られている。例えば、特公昭51-24534号公報には、加熱発泡剤を含む粘着テープが開示されている。また、特開昭56-61467号公報、特開昭56-61468号公報、特開昭56-61469号公報、特開昭60-252681号、特開昭63-186791号公報及び特開平2-305878号公報には、熱膨張性微小球を備える熱膨張性接着剤が開示されている。特に、特開昭56-61467号公報、特開昭56-61468号公報、特開昭56-61469号公報、特開昭63-186791号公報及び特開平2-305878号公報には、熱膨張性微小球が低沸点化合物（例えば、プロパン又はブタン等）又は熱分解型の発泡剤（例えば、炭酸水素アンモニウム又はアゾビスイソブチロニトリル等）を中空微粒子に充填していることが開示されている。また、特開昭60-252681号公報には、エクспанセル（商標）と呼ばれる熱膨張性微小球の使用が開示されている。さらに、特開昭63-30581号公報には、光架橋性の接着性ポリマー又は粘着性ポリマーと発泡剤とを含む接着力消失型粘着剤も開示されている。

【0007】

紫外線等の光により接着ポリマー又は粘着性ポリマーを架橋する場合には、上述のように、その光源がさらに必要となる。また、粘着シートが発泡剤を含んでいたりと熱膨張性接着剤を使用したりする場合には、加熱処理前の耐熱性に乏しくなる傾向にあり、熱の作用する工程を制限することで不利となる。さらに、上述の粘着シートは被着体との界面で一般に剥離する。したがって、上記のようにチップをパッケージに組み込む場合に当該チップをベース（例えば、基板上のダイパッド部）に固定するとき（この固定工程は、通常「ダイボンディング」と

呼ばれる。)、チップとベースとの間に接着剤層が再び必要となる。

【0008】

上述のような従来の技術の問題点を解消するため、ダイシングのほかダイボンディングにもそのまま適用可能なように、粘着テープの基材と粘着剤層又は接着剤層との間で剥離する接着テープも實際上開示されている。しかし、このような接着テープも紫外線の照射により粘着力を低下させており、上記と同様、紫外光源が必要である。

【0009】

また、最近、半導体ウエハは研磨等により $400\mu\text{m}$ 以下の厚さまで薄くなっている。マルチチップパッケージ(MCP: Multi-Chip Package)方式により、複数の集積回路チップや個別半導体素子を標準の集積回路デバイスと同様の規格のパッケージに収納し、半導体装置の高密度化及び小型化を図るためである。しかしながら、そのように薄い半導体ウエハに対してはピックアップロッドの使用は比較的困難を伴う。ピックアップロッドが半導体ウエハを破損する場合が極めて多くなる傾向にあるからである。そこで、ピックアップロッドを使用することなく、チップを容易に取り出せることが望まれる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、したがって、半導体装置の製造プロセスにおいて有用であり、ダイシングのほかダイボンディングにもそのまま適用可能であり、粘着力の低下のために紫外線等の照射光源の使用を必要とせず、しかもピックアップロッドのような手段によることなく半導体チップを容易に取り出せるフィルム接着剤を提供することにある。

【0011】

本発明の目的は、また、製造が容易であり、かつ歩留まりよく製造できる半導体装置を提供することにある。

【0012】

本発明の目的は、さらに、半導体装置を容易かつ簡単な手法で歩留まりよく製造する方法を提供することにある。

【0013】

本発明の上記したような目的やその他の目的は、以下の詳細な説明から容易に理解することができるであろう。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明は、その1つの面において、カプロラクトン変性のエポキシ樹脂を含む熱硬化性接着剤層と、

延伸時に10%以上の伸び率を示す、延伸可能なバックングフィルムと、を備えることを特徴とするフィルム接着剤にある。

【0015】

また、本発明は、そのもう1つの面において、少なくとも1個の半導体素子を表面に搭載した基板を含む半導体装置であって、

前記半導体素子が、カプロラクトン変性のエポキシ樹脂を含む熱硬化性接着剤層を介して前記基板の表面に固定されていることを特徴とする半導体装置にある。

【0016】

さらに、本発明は、そのもう1つの面において、少なくとも1個の半導体素子を表面に搭載した基板を含む半導体装置を製造する方法において、

前記半導体素子の複数個が作り込まれている半導体ウエハの片面に、カプロラクトン変性のエポキシ樹脂を含む熱硬化性接着剤層と、延伸時に10%以上の伸び率を示す、延伸可能なバックングフィルムとを備えるフィルム接着剤を積層し

前記半導体ウエハにおいて、前記フィルム接着剤をそれに積層した状態を維持したまま、前記半導体素子を個々に分離し、

前記フィルム接着剤のバックングフィルムを所定の長さまで延伸した後、前記半導体素子をそれに前記熱硬化性接着剤層が付着した状態のまま前記バックングフィルムから剥離し、そして

前記半導体素子を前記熱硬化性接着剤層を介して前記基板の表面に固定すること

を特徴とする半導体装置の製造方法にある。

【0017】

【発明の実施の形態】

本発明によるフィルム接着剤、半導体装置及びその製造方法は、それぞれ、本発明の範囲内でいろいろな形態で実施することができる。以下、添付の図面を参照しながら、本発明をそれぞれの好適な実施形態にしたがって説明する。ただし、当業者ならば容易に想到されるように、本発明は下記の実施形態に限定されるものではない。また、図面中、同一部分又は相当部分に対しては同一の符号を付することとする。

【0018】

図1は、本発明のフィルム接着剤の一実施形態を模式的に示した断面図である。図示のフィルム接着剤10は、基材としての延伸可能なバックングフィルム1と、その片面に所定の厚さで適用された熱硬化性接着剤層2とからなる。

【0019】

本発明で使用する熱硬化性接着剤層は、通常結晶相を有している。特に、この結晶相は、カプロラクトン変性のエポキシ樹脂（以下、「変性エポキシ樹脂」とも言う。）を含んでいる。変性エポキシ樹脂は、熱硬化性接着剤層に適度な可とう性を付与して、熱硬化性接着剤層の粘弾性的特性を改善することができるようになっている。その結果、熱硬化性接着剤層が硬化前でも凝集力を備え、初期段階でも接着力を発現するようになる。また、この変性エポキシ樹脂は、通常のエポキシ樹脂と同様、加温又は常温で三次元網目構造をもった硬化物になり、熱硬化性接着剤層に凝集力を付与することができる。

【0020】

本発明によれば、かかる変性エポキシ樹脂は、初期の接着力の向上の観点から、通常は100～9000、好適には200～5000、より好適には500～3000のエポキシ当量を有している。このようなエポキシ当量を備えた変性エポキシ樹脂は、例えば、ダイセル化学工業（株）からプラクセルTMGシリーズの商品名で市販されている。

【0021】

また、熱硬化性接着剤層は、フェノキシ樹脂をさらに含むことができる。フェノキシ樹脂は、鎖状又は線状の構造をもった比較的高分子量の熱可塑性樹脂であって、エピクロルヒドリンとビスフェノールAからなる。このようなフェノキシ樹脂は、加工性に富んでおり、所望形状をもった熱硬化性接着剤層を簡便に形成するのに有利である。本発明によれば、このフェノキシ樹脂は、100重量部の変性エポキシ樹脂に対して、通常は10～60重量部、好適には20～50重量部、より好適には25～40重量部の範囲で、熱硬化性接着剤層中に含有されている。フェノキシ樹脂が上記変性エポキシ樹脂と効果的に相溶することができるようになるからである。かくして、熱硬化性接着剤層からの変性エポキシ樹脂のブリードも効果的に防止することができるようになる。また、フェノキシ樹脂は、前述した変性エポキシ樹脂の硬化物と互いに絡み合い、熱硬化性接着剤層の最終的な凝集力及び耐熱性等をさらに高めることができるようになる。

【0022】

必要に応じて、熱硬化性接着剤層には、上記のフェノキシ樹脂と組み合わせて又はそれとは独立に、第2のエポキシ樹脂（以下、単に「エポキシ樹脂」とも言う。）がさらに含まれて上記硬化物の一部をなしてもよい。このエポキシ樹脂は、本発明の範囲を逸脱しない限り特に限定されず、例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールAジグリシジルエーテル型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、フルオレンエポキシ樹脂、グリシジリアミン樹脂、脂肪族エポキシ樹脂、臭素化エポキシ樹脂、フッ素化エポキシ樹脂などが使用可能である。このようなエポキシ樹脂も、変性エポキシ樹脂と同様にフェノキシ樹脂と相溶し易く、熱硬化性接着剤層からのブリードはほとんどない。特に、熱硬化性接着剤層が、100重量部の変性エポキシ樹脂に対して、好適には50～200重量部、より好適には60～140重量部の第2のエポキシ樹脂を含有していると、耐熱性向上の点で有利である。

【0023】

本発明の実施において、特に、ビスフェノールAジグリシジルエーテル型エポキシ樹脂（以下、「ジグリシジルエーテル型エポキシ樹脂」とも言う。）を好ま

しいエポキシ樹脂として使用することができる。このジグリシジルエーテル型エポキシ樹脂は、液状であり、例えば、熱硬化性接着剤層の高温特性を改善することができる。例えば、このジグリシジルエーテル型エポキシ樹脂を使用することによって、高温での硬化による耐薬品性やガラス転移温度を改善することが可能となる。また、硬化剤の適用範囲が広がるほか、硬化条件も比較的緩やかである。このようなジグリシジルエーテル型エポキシ樹脂は、例えば、ダウ・ケミカル（ジャパン）社からD.E.R.TM 332の商品名で市販されている。

【0024】

また、本発明によれば、上述したようにフェノキシ樹脂、変性エポキシ樹脂及び第2のエポキシ樹脂が熱硬化性接着剤層中に含まれていると、最終的に硬化を完了するまでに、加熱温度及び／又は加熱時間に応じて接着力を著しく変えることができる。詳細に述べると、この熱硬化性接着剤層は、初期の加熱により接着力を高めるが、所定温度に加熱すると、いったんはその接着力を低減して、後述するようにバックグフィルムと剥離し易くなる。しかし、この熱硬化性接着剤層は、必要に応じて再加熱されて最終的な硬化反応を進行させ、その接着力を回復・向上させることができるようになる。

【0025】

熱硬化性接着剤層には、硬化剤を必要に応じて添加し、変性エポキシ樹脂及び第2のエポキシ樹脂の硬化反応に供することもできる。この硬化剤は、本発明の目的に合致し、所望とする効果を奏する限り、使用量及び種類が特に限定されるものではない。しかし、耐熱性の向上の観点からは、100重量部の変性エポキシ樹脂及び必要な第2のエポキシ樹脂に対し、通常は1～50重量部、好適には2～40重量部、より好適には5～30重量部の範囲の硬化剤を熱硬化性接着剤層に含有している。また、硬化剤としては、以下に列挙するものに限定されるわけではないけれども、例えばアミン硬化剤、酸無水物、ジシアンアミド、カチオン重合触媒、イミダゾール化合物、ヒドラジン化合物等が使用可能である。特に、ジシアンアミドは室温での熱的安定性を有する観点から望ましい。また、ジグリシジルエーテル型エポキシ樹脂との関係では、脂環式ポリアミン、ポリアミド、アミドアミン又はその変性物を使用することが望ましい。

【0026】

さらに、上記硬化剤と組み合わせて又はそれとは別個に、通常は0.01～10重量部、好適には0.2～5重量部、より好適には0.5～3重量部の硬化促進剤を熱硬化性接着剤層に含ませて、硬化反応を促進することができる。その結果、熱硬化性接着剤層が要求に応じて接着強度を早期に発現できるようになる。このような硬化促進剤の一例は、ウレタン付加物であり、例えば、PTIジャパン社からOm cureTM 52の商品名で市販されている。

【0027】

熱硬化性接着剤層の強靱化のため、充填材を使用してもよい。この場合、充填材は、通常は1～100重量部、好適には2～50重量部、より好適には3～30重量部の範囲で熱硬化性接着剤層中に含まれる。適当な充填材の一例は、以下に列挙するものに限定されるわけではないけれども、ゴム状粒子、メラミン/イソシアヌル酸錯体などの有機粒子を包含する。これらの充填材のなかでも、充填材がメチルメタアクリレート-ブタジエンスチレンの共重合体からなるゴム状粒子を含む場合が、接着力を向上させる点から好ましい。このようなゴム状粒子は、例えば、ローム&ハース社からEXL 2691Aの商品名で市販されている。また、メラミン/イソシアヌル酸錯体は、例えば、日産化学工業からMC-600の商品名で市販されている。

【0028】

本発明のフィルム接着剤において、熱硬化性接着剤層の厚さは、広い範囲にわたって変更することができる。熱硬化性接着剤層の厚さは、通常、約1～100 μm の範囲であり、好適には約2～40 μm の範囲であり、さらに好適には約4～30 μm の範囲である。

【0029】

上述したように、図示の接着剤フィルム10は、熱硬化性接着剤層2の片面にバックングフィルム1を配置している。本発明によれば、このバックングフィルムは延伸可能なフィルムである。バックングフィルムの延伸により、接着剤フィルムがそのバックングフィルムから、形状を実質上保持したまま熱硬化性接着剤層を分離することができるからである。より詳細に述べると、このバックングフ

フィルムは、接着フィルムの剥離を容易にする観点から、通常は10%以上、好適には20%以上、より好適には30%以上の伸び率を下限に有しており、また、200%以下の伸び率を上限に通常有している。換言すると、バックングフィルムの伸び率は、通常は約10～200%の範囲であり、好適には約20～180%の範囲であり、より好適には約30～150%の範囲である。

【0030】

本発明の実施に有利に使用できるバックングフィルムには、熱可塑性エラストマーが含まれる。熱可塑性エラストマーの典型的な例としては、以下に列挙するものに限定されるわけではないけれども、ポリスチレン系熱可塑性エラストマー、オレフィン系熱可塑性エラストマー、ポリ塩化ビニル（PVC）系熱可塑性エラストマー、ポリエステル系熱可塑性エラストマー、ポリエーテル系熱可塑性エラストマー、ポリウレタン系熱可塑性エラストマー、ポリアミド系熱可塑性エラストマー、フッ素ポリマー系熱可塑性エラストマー、ホモポリマー系熱可塑性エラストマー、アイオノマー系熱可塑性エラストマー、アロイ系熱可塑性エラストマーなどを挙げることができる。これらの熱可塑性エラストマーは、単独で使用してもよく、2種以上を組み合わせて使用してもよい。

【0031】

本発明のフィルム接着剤において、そのバックングフィルムが特にオレフィン系熱可塑性エラストマーや、ポリプロピレンからなるホモポリマー系及び／又はアロイ系の熱可塑性エラストマーを含むと、バックングフィルムを熱硬化性接着剤層から容易に分離することができる。オレフィン系熱可塑性エラストマーは、例えば、ポリエチレン又はポリプロピレンからなるハードセグメント（硬質成分）と、エチレン-プロピレン-ジエンターポリマー（EPDM）又はブチルゴム（IIR）、エチレン酢酸ビニル共重合体（EVA）、スチレンブタジエンゴム（SBR）又は水添SBR（HSBR）を含むソフトセグメント（軟質成分）からなる。また、上述したホモポリマー系及び／又はアロイ系の熱可塑性エラストマーは、例えば、アイソタクチックのポリプロピレン（アイソタクチックPP）からなる硬質成分と、アタクチックのポリプロピレン（アタクチックPP）からなる軟質成分とからなる。好適には、アイソタクチックPPが55～95モル%、アタクチックPP

が5～45モル%、ホモポリマー系及び／又はアロイ系の熱可塑性エラストマーにそれぞれ含まれる。なぜなら、アタクチック成分が5モル%より少ないと軟質成分の効果が発揮できず十分な伸びを期待できない。また、アタクチック成分が45モル%より多いものは軟質成分が多すぎるため製膜することができないからである。このようなホモポリマー系及び／又はアロイ系の熱可塑性エラストマーは、出光石油化学株式会社によって市販されている出光TPOシリーズを、単独で又は複数組み合わせて使用することにより調製可能である。

【0032】

本発明のフィルム接着剤において、バックングフィルムの厚さは、フィルム接着剤の用途などに応じて広い範囲にわたって変更することができる。バックングフィルムの厚さは、通常、約10～2,000 μ mの範囲であり、好適には約30～1,000 μ mの範囲であり、さらに好適には約50～500 μ mの範囲である。

【0033】

本発明のフィルム接着剤は、通常、バックングフィルム及び熱硬化性接着剤層の2層をもって構成されるけれども、必要ならば、フィルム接着剤の分野で一般的に使用されている追加の層を有していてもよく、さもないければ、表面処理などの追加の処理を施されていてよい。例えば、追加の層として、接着剤層を覆った剥離紙などを挙げることができる。

【0034】

本発明のフィルム接着剤は、カーテンコーティング、スクリーン印刷などの常用の技法を使用して製造することができる。一般的に使用可能な製法の一例を簡単に説明すると、次の通りである。

【0035】

剥離処理したポリエステルフィルムなどの上に上述の接着剤を含む溶液をコーティングし、オープン内を通過させて溶剤を乾燥させ、熱硬化性フィルム接着剤を得る。次いで、この接着剤の面と上述のバックングフィルムを合わせて、ヒートローラを通して接着する。

【0036】

本発明のフィルム接着剤は、その優れた特性のためにいろいろな分野で有利に使用することができる。このフィルム接着剤の好適な用途は、電子部品、例えば半導体素子、例えば IC、LSI などの半導体チップ、コンデンサ素子、その他の素子を基板の表面及び必要に応じて内部に搭載した電子装置である。基板上及び／又は内に搭載される半導体素子やその他の電子部品は、1 個だけであってもよく、2 個以上の任意の組み合わせであってもよい。

【0037】

本発明のフィルム接着剤は、IC、LSI などの半導体素子を備えた半導体装置の製造にとりわけ有利である。被着体が IC、LSI などの半導体素子の場合、このフィルム接着剤はそのような被着体の接合すなわちダイボンディングに有効であるからである。

【0038】

図 2 は、本発明による半導体装置の一例を示した断面図である。図示の半導体装置 30 は、銅張り積層板の加工によって製造された回路基板 31 を有しており、その上面に銅配線 32 をパターン状に有している。回路基板 31 の素子搭載領域にはソルダレジストからなるダイパッド部 33 が設けられており、その上に、本発明のフィルム接着剤層 2 を介して半導体素子（ここでは、LSI チップ）22 が接合されている。また、半導体素子 22 と銅配線 32 とは、図示のように金製のボンディングワイヤ 34 によって接続されている。さらに、半導体装置 30 の上面は、それに搭載した半導体素子 22 やボンディングワイヤ 34 など外部の湿気や衝撃などから保護するため、エポキシ樹脂 35 で封止されている。さらには、図示しないが、回路基板 31 の下面には外部端子としてのはんだボールがマウントされている。なお、図示の半導体装置 30 では 1 個の半導体素子 22 が搭載されているが、この半導体素子 22 の上に本発明のフィルム接着剤層を介してもう 1 つの半導体素子を搭載し、いわゆるスタックド FBGA を構築してもよい。半導体素子の積み重ねを通じて、より高密度の実装が可能となるからである。

【0039】

本発明によれば、本発明のフィルム接着剤を使用した半導体装置やその他の電

子装置の製造方法も提供される。例えば、本発明の半導体装置の製造方法は、次のような手順で有利に実施することができる。

(1) フィルム接着剤の配置

半導体ウエハのダイシング装置に、接着剤層が露出するように本発明のフィルム接着剤を配置する。

(2) 半導体ウエハのマウント

半導体素子の複数個がすでに作り込まれている半導体ウエハを用意し、その片面（非素子搭載面）を下に向けてフィルム接着剤の上に搭載し、積層する。この場合、半導体ウエハとフィルム接着剤を積層した後、熱ラミネートによって両者を一体化するのが好ましい。また、この状態で、半導体ウエハに、例えばめっき、研磨、エッチングなどの加工を施してもよい。

(3) ウエハのダイシング

半導体ウエハを、フィルム接着剤がそれに積層した状態を維持したまま、個々の半導体素子に裁断する。裁断法としては、常用の手段、例えばダイシングソー、ダイヤモンドカッターなどを使用できる。

(4) 半導体素子のピックアップ

フィルム接着剤のバックングフィルムを所定の長さまで延伸した後、先の工程で裁断した半導体素子をそれに熱硬化性接着剤層が付着した状態のままバックングフィルムから剥離する。本工程では、従来常用のピックアップロッドのような手段を剥離手段として使用する必要がなく、好ましくは、小型で効率もよい真空吸引を用いることができる。

(5) ダイマウント

熱硬化性接着剤層が付着したままの半導体素子とその熱硬化性接着剤層を介して、半導体装置製造用基板の表面に固定する。この場合、熱圧着を固定手段として有利に使用できる。

(6) ワイヤボンディングなど

上記のようにしてダイマウントが完了した後、常用の手法に従ってワイヤボンディング（あるいは、フリップチップボンディング）、樹脂封止、ボールマウントなどを行う。

【0040】

図3及び図4は、上述のような手順に従って半導体装置を製造する方法の一例を工程順に示した断面図である。

【0041】

まず、図3（A）に示すように、熱硬化性接着剤層2を上にしフィルム接着剤10をダイシング装置（図示せず）に固定する。固定手段として、例えば、リングフレームが用いられる。

【0042】

次いで、図3（B）に示すように、半導体ウエハ21をフィルム接着剤10の熱硬化性接着剤層2の上にマウントする。このとき、熱硬化性接着剤層は初期接着力をもっているため、半導体ウエハを容易にマウントすることができる。

【0043】

引き続き、図示しないが、半導体ウエハと熱硬化性接着剤層を熱ラミネートする。このとき、半導体ウエハは、破損しないように所定の圧力によって熱硬化性接着剤層と密着させる。また、加熱温度は、通常約70～180℃、好適には約80～150℃、より好適には約90～120℃とする。また、加熱時間は、通常約0.01～30秒、好適には約0.1～10秒、より好適には約0.2～5秒とする。この熱ラミネート工程の後直ちに、熱硬化性接着剤層が高い接着力をもって半導体ウエハを保持するためである。

【0044】

その後、図3（C）に示すように、半導体ウエハ21を熱硬化性接着剤層2と共にダイシング線26でダイシングする。ダイシング手段として、ダイシングソー25が用いられている。図示のように、複数のチップ（「半導体チップ」とも言う。）22の集合体を得られる。このとき、熱硬化性接着剤層が高い接着力を有しているため、半導体チップの散乱防止には非常に効果的である。必要に応じ、半導体ウエハに対して、メッキ、研磨又はエッチング等の加工を予めしてもよい。

【0045】

次いで、図3（D）に示すように、半導体チップ22の集合体を載置した状態

でバックリングフィルム 1 を矢印方向に引き伸ばす。隣接した半導体チップ 2 2 は、ダイシング線のところで引き離され、図示のように間隙 2 7 をあけて分離される。この時、必要ならば、引き伸ばし工程に先がけてある程度の高められた温度まで加熱を行ってもよい。この加熱により、熱硬化性接着剤層はその接着力を低下させ、その結果、より少ない延伸で、熱硬化性接着剤層がそのバックリングフィルムから容易に剥離できるようになる。しかしながら、この熱硬化性接着剤層が半導体チップから剥離するほど接着力を幾分低下させていない。その結果、熱硬化性接着剤層が半導体チップに転写するようになる。ここで、加熱温度は、通常約 8 0 ~ 1 8 0 °C、好適には約 9 0 ~ 1 5 0 °C、より好適には約 1 0 0 ~ 1 3 0 °C とする。また、加熱時間は、通常約 5 ~ 3 6 0 分、好適には約 1 0 ~ 1 2 0 分、より好適には約 2 0 ~ 6 0 分とする。

【 0 0 4 6 】

しかる後、図 4 (E) に示すように、例えば真空吸引装置 2 8 を用いて、半導体チップ 2 2 を熱硬化性接着剤層 2 と共にピックアップする。かかる真空吸引装置は、半導体チップに対する衝撃又は負荷を減らすことができる。また、熱硬化性接着剤層は上記のように半導体チップに転写している。したがって、このピックアップは半導体チップの破損を回避することができる。ただし、半導体チップへの衝撃又は負荷を減らしながら、その半導体チップをピックアップできる限り、上記の真空吸引装置に限定されないことは言うまでもない。

【 0 0 4 7 】

それから、図 4 (F) に示すように、ピックアップ後の半導体チップ 2 2 をそれに付着したままの熱硬化性接着剤層 2 を介して回路基板 3 1 のダイパッド部 3 3 にマウントする。その後、半導体チップとダイパッド部を熱圧着すると、熱硬化性接着剤層はポストキュア（後硬化）により接着力及び耐熱性を回復・向上させて、最終的には半導体チップとダイパッド部を強固に接着することができるようになる。

【 0 0 4 8 】

半導体チップ 2 2 のマウントが完了した後、図 4 (G) に示すように、半導体チップ 2 2 と回路基板 3 1 の銅配線 3 2 を金製のボンディングワイヤ 3 4 を介し

てワイヤボンディングする。なお、半導体装置の構成によっては、ワイヤボンディングに代えてフリップチップボンディングを使用してもよい。引き続いて、図示しないが、樹脂封止、ボールマウント等の工程を経て半導体装置が得られる。

【 0 0 4 9 】

周知のように、素子の微細化、高密度実装などの進展に伴い、非常に多くの種類の半導体装置が提案されている。本発明による上述のような半導体装置の製造方法は、これらの半導体装置の製造においても有利に使用できる。

【 0 0 5 0 】

以上、本発明を特にその好ましい実施の形態について説明した。また、これらの好ましい実施の形態を項目に分けて整理すると、次のようになる。

【 0 0 5 1 】

1. カプロラクトン変性のエポキシ樹脂を含む熱硬化性接着剤層と、延伸時に 1 0 % 以上の伸び率を示す、延伸可能なバッキングフィルムと、を備えることを特徴とするフィルム接着剤。

【 0 0 5 2 】

2. 前記変性エポキシ樹脂が、1 0 0 ～ 9 0 0 0 のエポキシ当量を有している、項 1 に記載のフィルム接着剤。

【 0 0 5 3 】

3. 前記熱硬化性接着剤層が、フェノキシ樹脂をさらに含む、項 1 又は 2 に記載のフィルム接着剤。

【 0 0 5 4 】

4. 前記熱硬化性接着剤層が、充填材をさらに含む、項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のフィルム接着剤。

【 0 0 5 5 】

5. 前記熱硬化性接着剤層が、4 ～ 3 0 μ m の厚さを有している、項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のフィルム接着剤。

【 0 0 5 6 】

6. 前記バッキングフィルムの伸び率が、2 0 0 % 以下である、項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のフィルム接着剤。

【0057】

7. 前記バックリングフィルムの伸び率が、20～180%の範囲であるである、項1～6のいずれか1項に記載のフィルム接着剤。

【0058】

8. 前記バックリングフィルムの伸び率が、30～150%の範囲であるである、項1～7のいずれか1項に記載のフィルム接着剤。

【0059】

9. 前記バックリングフィルムが熱可塑性エラストマーを含む、項1～8のいずれか1項に記載のフィルム接着剤。

【0060】

10. 前記熱可塑性エラストマーが、ポリスチレン系熱可塑性エラストマー、オレフィン系熱可塑性エラストマー、ポリ塩化ビニル系熱可塑性エラストマー、ポリエステル系熱可塑性エラストマー、ポリエーテル系熱可塑性エラストマー、ポリウレタン系熱可塑性エラストマー、ポリアミド系熱可塑性エラストマー、フッ素ポリマー系熱可塑性エラストマー、ホモポリマー系熱可塑性エラストマー、アイオノマー系熱可塑性エラストマー及びアロイ系熱可塑性エラストマーからなる群から選ばれた少なくとも1種類の熱可塑性エラストマーである、項9に記載のフィルム接着剤。

【0061】

11. 前記バックリングフィルムが、50～500 μ mの厚さを有している、項1～10のいずれか1項に記載のフィルム接着剤。

【0062】

12. 54～530 μ mの厚さを有している、項1～11のいずれか1項に記載のフィルム接着剤。

【0063】

13. 少なくとも1個の半導体素子を表面に搭載した基板を含む半導体装置であって、

前記半導体素子が、カプロラクトン変性のエポキシ樹脂を含む熱硬化性接着剤層を介して前記基板の表面に固定されていることを特徴とする半導体装置。

【 0 0 6 4 】

1 4. 前記半導体素子が前記熱硬化性接着剤層を介した熱圧着によって前記基板に固定されている、項 1 3 に記載の半導体装置。

【 0 0 6 5 】

1 5. 前記熱硬化性接着剤層が、項 1 ～ 1 2 のいずれか 1 項に記載のフィルム接着剤から分離された熱硬化性接着剤層である、項 1 3 又は 1 4 に記載の半導体装置。

【 0 0 6 6 】

1 6. 前記半導体素子が、前記基板の表面に予め設けられたダイパッド上に前記熱硬化性接着剤層を介して固定されている、項 1 3 ～ 1 5 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【 0 0 6 7 】

1 7. 前記熱硬化性接着剤層が、前記半導体素子の複数個が作り込まれた半導体ウエハにすでに貼付されていたものである、項 1 3 ～ 1 6 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【 0 0 6 8 】

1 8. 少なくとも 1 個の半導体素子を表面に搭載した基板を含む半導体装置を製造する方法において、

前記半導体素子の複数個が作り込まれている半導体ウエハの片面に、カプロラクトン変性のエポキシ樹脂を含む熱硬化性接着剤層と、延伸時に 1 0 % 以上の伸び率を示す、延伸可能なバックングフィルムとを備えるフィルム接着剤を積層し

前記半導体ウエハにおいて、前記フィルム接着剤をそれに積層した状態を維持したまま、前記半導体素子を個々に分離し、

前記フィルム接着剤のバックングフィルムを所定の長さまで延伸した後、前記半導体素子をそれに前記熱硬化性接着剤層が付着した状態のまま前記バックングフィルムから剥離し、そして

前記半導体素子を前記熱硬化性接着剤層を介して前記基板の表面に固定すること

を特徴とする半導体装置の製造方法。

【0069】

19. 前記半導体ウエハと前記フィルム接着剤を積層した後、熱ラミネートによって両者を一体化する工程をさらに含む、請求項18に記載の半導体装置の製造方法。

【0070】

20. 前記半導体素子を前記基板の表面に前記熱硬化性接着剤層を介した熱圧着によって固定する、項18又は19に記載の半導体装置の製造方法。

【0071】

21. 前記半導体素子を前記バックングフィルムから真空吸引によって剥離する、項18～20のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。

【0072】

22. 前記フィルム接着剤が、項2～12のいずれか1項に記載のフィルム接着剤である、項18～21のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。

【0073】

23. 前記基板が、その半導体素子搭載面にさらにダイパッドを有している、項18～22のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。

【0074】

【実施例】

引き続き、本発明をその実施例を参照して説明する。なお、本発明は、これらの実施例によって限定されるものでないことは言うまでもない。

1. 熱硬化性接着剤層の作製

下記の第1表に示す各成分を同表に記載の量で混合し、さらに室温で攪拌して均一な接着剤溶液を調製した。次いで、この接着剤溶液を、シリコン処理したポリエチレンテレフタレート（PET）のフィルムからなる基材上に、2種類の異なる量でコーティングし、100℃のオーブン中において30分間乾燥した。それぞれ、35 μ m及び7 μ mの厚さをもった熱硬化性接着剤層を備えたPETフィルムが得られた。

【0075】

【表 1】

第 1 表

成分	商品名等	重量部
フェノキシ樹脂	YP50S、東都化成、数平均分子量 11,800	30
液状エポキシ樹脂	DER™332、ダウ・ケミカル日本、エポキシ当量 174	34
カプロラクトン変性エポキシ樹脂	ブラクセル™G-402、ダイセル化学工業、エポキシ当量 1350	30
メタクリレート-ブタジエンスチレン	EXL-2691A、ローム・アンド・ハース	6
ジシアンジアミド (DICY)	CG-NA、PTI ジャパン	2.9
ウレタン付加物	Omicure™52、PTI ジャパン	1.0
メタノール (MeOH)	—	40
メチルエチルケトン (MEK)	—	90

【0076】

2. 熱硬化性接着剤層の接着力評価

(1) 試料の作製

35 μm の厚さをもった熱硬化性接着剤層をPETフィルムから分離して、35 μm の厚さをもった2枚の圧延銅箔（サイズ：10 mm×50 mm×35 μm 、日本製箔製、商品名「SPCC-SB」）によって挟んだ。これらの圧延銅箔を、熱硬化性接着剤層を介して、120℃の加熱温度及び25 kgf/cm²の荷重で60秒間熱圧着した後、さらに、120℃のオープンに入れて下記の第2表に記載する時間にわたって加熱処理した。合計10種類の試料が得られた。

(2) 180度剥離強度の測定

それぞれの試料について、熱硬化性接着剤層の接着力を求めた。本例では、この接着力の評価のため、180度剥離強度を測定した。測定条件は、測定温度が室温（具体的には25℃）、剥離速度が50 mm/分であった。下記の第2表は、加熱処理時間と接着力（180度剥離強度）の関係が示されている。

【0077】

【表 2】

第 2 表

加熱処理時間 (分)	180 度剥離強度 (N/cm)
0	4.6
5	2.3
10	2.0
15	2.1
30	0.3
40	1.1
50	17.8
60	18.1
120	14.8
180	13.9

【0078】

この第 2 表の測定結果から理解されるように、熱硬化性接着剤層の 180 度剥離強度は、約 30 分の加熱処理時間で極小を示し、オープン中での加熱処理時間の更なる増加により再び増加することができる。

3. 接着剤フィルムの作製

イクストルーダを用いて、出光 TPO2900 と出光 TPO2700 を 80 : 20 の質量比率によって混練した後、T ダイにより 80 μ m の厚さをもったバックリングフィルムに成形した。ここで、出光 TPO2900 は 10 重量%のアタクチック PP を含むポリオレフィン系熱可塑性エラストマーであり、また、出光 TPO2700 は 30 モル%のアタクチック PP を含むポリオレフィン系熱可塑性エラストマーである。したがって、本例で作製したバックリングフィルムは、14 モル%のアタクチック PP を含むポリオレフィン系熱可塑性エラストマーからなる。

【0079】

次いで、このバックリングフィルムを、先の工程で作製した 7 μ m の厚さをもった PET フィルム付き熱硬化性接着剤層と熱ラミネートし、接着剤フィルムを作製した。ここで、熱ラミネートにはヒートラミネータを用い、加熱温度は 100℃

とした。

4. 接着剤フィルムの評価

評価 (A) :

接着剤フィルムからPETフィルムを除去して熱硬化性接着剤層を露出させた。熱硬化性接着剤層が露出した状態で、接着剤フィルムを圧延銅箔 (サイズ: $10\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 35\text{ }\mu\text{m}$ 、日本製箔製、商品名「SPCG-SB」) と 100°C で熱ラミネートした。得られた積層体を 120°C のオーブンに入れて90分間にわたって加熱処理し、試料を作製した。

【0080】

次いで、得られた試料のバックングフィルムを100%延伸した。このとき、バックングフィルムは、熱硬化性接着剤層と剥離し、また、この熱硬化性接着剤層は圧延銅箔に転写されたことが確認された。

【0081】

その後、転写された熱硬化性接着剤層を有する圧延銅箔を、その熱硬化性接着剤層を介して、 $25\text{ }\mu\text{m}$ の厚さをもったポリイミドフィルム (東レデュポン社製、商品名「カプトンTMV」) 上に置き、 120°C 及び 25 kgf/cm^2 の荷重で60秒間熱圧着した。引き続き、圧延銅箔とポリイミドフィルムの熱圧着体を 120°C のオーブンに入れて90分間の加熱処理を行い、試験片を作製した。それから、この試験片を用い、上記と同様の手法で180度剥離強度を測定したところ、 11.0 N/cm であることが確認された。

評価 (B) :

評価 (A) の手順を繰り返したが、本例では、圧延銅箔の代わりに、8mmの長さ、5mmの幅及び0.4mmの厚さをもったシリコンウエハを、 $7\text{ }\mu\text{m}$ の厚さをもった熱硬化性接着剤層上に配置して、 100°C 及び 1 kgf の荷重で10秒間熱圧着した。

【0082】

シリコンウエハに熱硬化性接着剤層が転写された状態で、シリコンウエハを熱硬化性接着剤層及びバックングフィルムと共にその幅方向に沿って半分に切断すなわちダイシングし、それから 120°C のオーブンで30分加熱処理した。ダイ

シングには、ダイヤモンドカッター（BUEHLER(商標)、ISOMETTM）を使用した。

【0083】

次いで、ダイシングによって得られたシリコンチップを保持したままのバッキングフィルムをオープンから取り出し、室温まで冷却した後にバッキングフィルムを100%の伸び率で延伸した。熱硬化性接着剤層がバッキングフィルムから剥離しかつシリコンチップに転写していることが確認された。

【0084】

引き続き、得られたシリコンチップを、上記評価（A）と同様な手法に従って、熱硬化性接着剤層を介して25 μ mの厚さをもったポリイミドフィルム（東レデュポン社製、商品名「カプトンTMV」）上に置き、120℃及び25kgf/cm²の荷重で60秒間熱圧着した。その後、シリコンチップとポリイミドフィルムの熱圧着体を120℃のオープンに入れて90分間の加熱処理を行い、試験片を作製した。それから、この試験片を用い、上記と同様の手法で180度剥離強度を測定したところ、強固な接着が確認された。

【0085】

【発明の効果】

以上に詳細に説明したように、本発明によれば、IC、LSI等の半導体装置やその他の電子装置の製造プロセスにおいて有用であり、ダイシングのほかダイボンディングにもそのまま適用可能であり、粘着力の低下のために紫外線等の照射光源の使用を必要とせず、しかもピックアップロッドのような手段によることなく半導体チップを容易に取り出せるフィルム接着剤を提供することができる。

【0086】

また、本発明のフィルム接着剤は、ダイシングやダイボンディングにおいてはかりでなく、その他の加工分野、例えばマイクロマシンなどの製作においても、有利に使用できる。

【0087】

さらに、本発明によれば、製造が容易であり、かつ歩留まりよく製造できる半導体装置を提供することができる。

【0088】

さらにまた、本発明によれば、半導体装置を容易かつ簡単な手法で歩留まりよく製造する方法を提供することができる。また、本発明によると、使用する半導体素子が $100\mu\text{m}$ 以下の薄さを有していても、フィルム接着剤の働きで、素子の破損などを伴うことなく半導体装置を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のフィルム接着剤の好ましい 1 形態を示した断面図である。

【図 2】

本発明の半導体装置の好ましい 1 形態を示した断面図である。

【図 3】

本発明の半導体装置の製造方法（前半の工程）を順を追って示した断面図である。

【図 4】

本発明の半導体装置の製造方法（後半の工程）を順を追って示した断面図である。

【符号の説明】

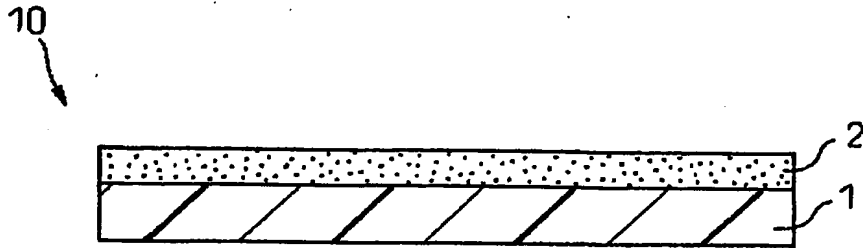
- 1 … バッキングフィルム
- 2 … 接着剤層
- 10 … フィルム接着剤
- 21 … 半導体ウエハ
- 22 … 半導体チップ
- 30 … 半導体装置
- 31 … 回路基板
- 32 … 配線
- 33 … ダイパッド部
- 34 … ボンディングワイヤ

【書類名】

図面

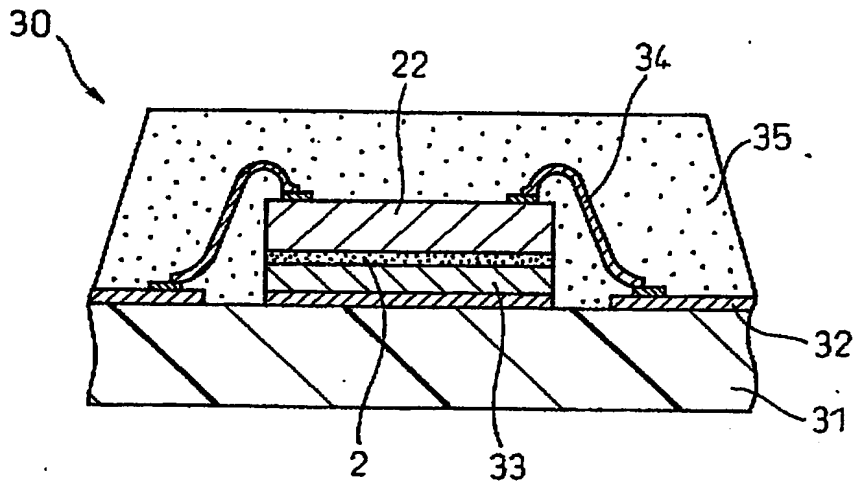
【図1】

図1



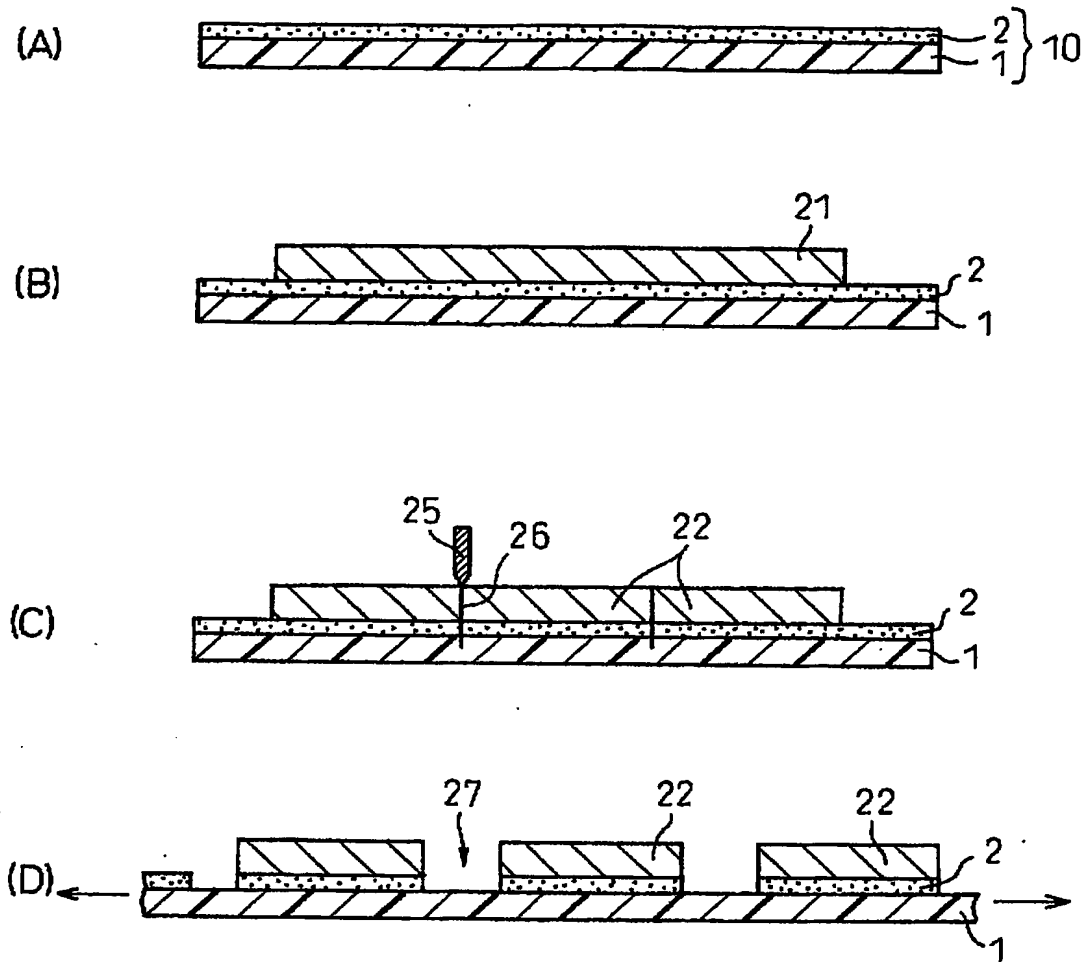
【図2】

図2



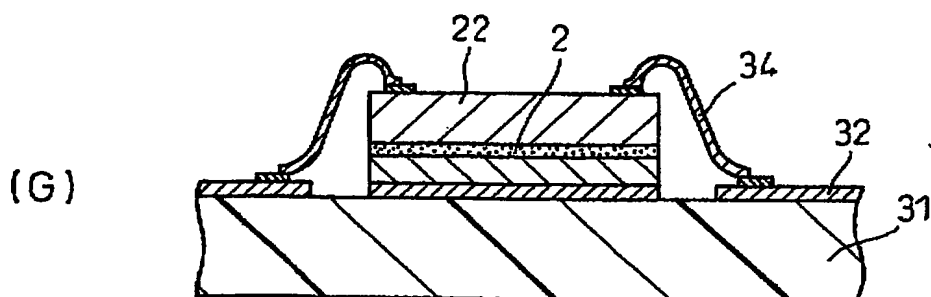
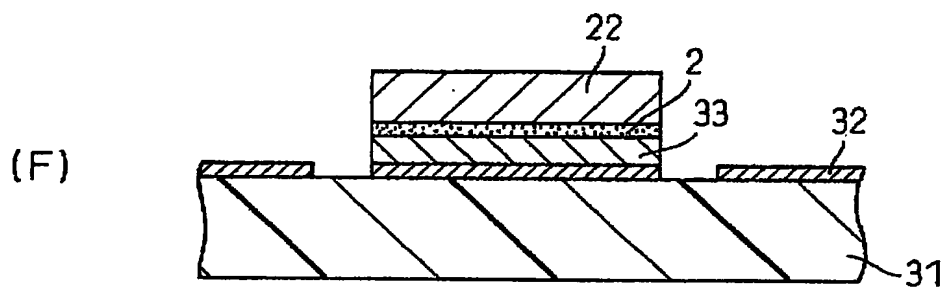
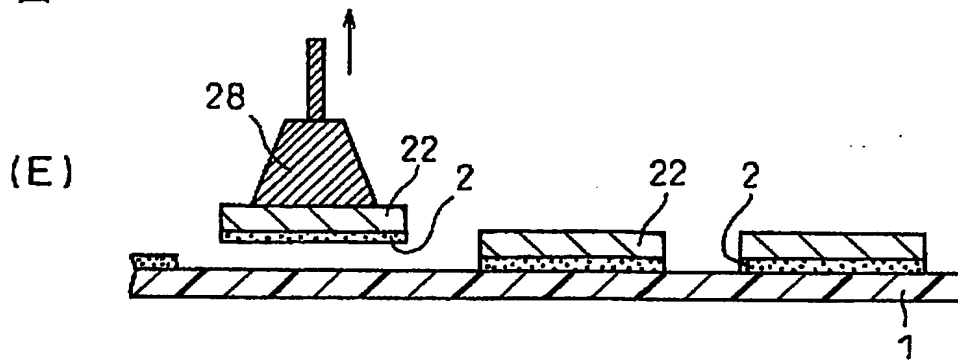
【図 3】

図 3



【図4】

図4



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体装置の製造プロセスにおいて有用であり、ダイシングのほかダイボンディングにもそのまま適用可能であり、粘着力の低下のために紫外線等の照射光源の使用を必要とせず、しかもピックアップロッドのような手段によることなく半導体チップを容易に取り出せるフィルム接着剤を提供することを提供すること。

【解決手段】 カプロラクトン変性のエポキシ樹脂を含む熱硬化性接着剤層と、延伸時に1.0%以上の伸び率を示す、延伸可能なバックングフィルムとを備えるように構成する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-183277
受付番号	50200919807
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0095
作成日	平成14年 6月25日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	599056437
【住所又は居所】	アメリカ合衆国, ミネソタ 55144-1000, セント ポール, スリーエム センター
【氏名又は名称】	スリーエム イノベイティブ プロパティズ カンパニー

【代理人】

【識別番号】	申請人
【住所又は居所】	100077517
【氏名又は名称】	東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所
	石田 敬

【選任した代理人】

【識別番号】	100092624
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所
【氏名又は名称】	鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】	100087871
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所
【氏名又は名称】	福本 積

【選任した代理人】

【識別番号】	100082898
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所
【氏名又は名称】	西山 雅也

【選任した代理人】

【識別番号】	100081330
--------	-----------

次頁有

認定・付加情報（続き）

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森
ビル 青和特許法律事務所
【氏名又は名称】 樋口 外治

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [599056437]

1. 変更年月日 1999年 4月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 アメリカ合衆国, ミネソタ 55144-1000, セント
ポール, スリーエム センター

氏 名 スリーエム イノベイティブ プロパティズ カンパニー

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.